

**Rpm sensor for motor vehicle**

Patent Number: DE19515338  
Publication date: 1996-10-31  
Inventor(s): BENDA FRANZ (DE)  
Applicant(s): VDO SCHINDLING (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19515338  
Application DE19951015338 19950426  
Priority Number(s): DE19951015338 19950426  
IPC Classification: G01P3/487; G01B7/30; B60T8/32;  
EC Classification: G01P3/488, G01D5/14B2  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The sensor has a magnet (2) and two Hall effect elements (3,4) between which moves a component made of magnetic material having an irregular periphery or one with points of discontinuity. On it side (5) facing the elements, the magnet is provided with a central recess (7). The recess can be convex, it can be circular or rectangular in shape and both sides of the magnet can be recessed.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2





⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungss hrift  
⑩ DE 195 15 338 A 1

⑥ Int. Cl. 6:  
G 01 P 3/487  
// G 01 B 7/30, B 60 T  
8/32, B 60 K 28/18

⑳ Aktenzeichen: 195 15 338.3  
㉔ Anmeldetag: 26. 4. 95  
㉕ Offenlegungstag: 31. 10. 96

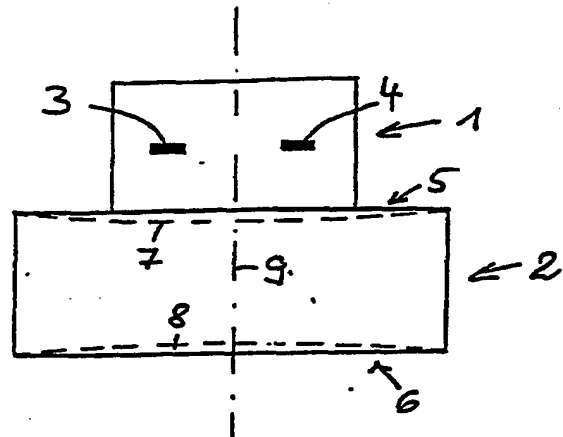
DE 195 15 338 A 1

㉑ Anmelder:  
VDO Adolf Schindling AG, 60326 Frankfurt, DE

㉒ Erfinder:  
Benda, Franz, 60437 Frankfurt, DE

㉓ Drehzahlsensor

㉔ Die Erfindung betrifft einen Drehzahlsensor, mit einem Magnet (2) und zwei damit zusammenwirkenden, in seitlichem Anstand voneinander angeordneten Hall-Elementen (3, 4), wobei ein einen unregelmäßigen Umfang oder mit Unstetigkeitsstellen versehenen Umfang aufweisendes Bauteil aus ferromagnetischem Material in Richtung des Seitenabstandes an den Hall-Elementen vorbeibewegbar ist. Um sicherzustellen, daß sich ohne besondere Justagemaßnahmen oder sonstige bauliche Maßnahmen an den Hall-Elementen eine gleichmäßige Feldstärke einstellt, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Magnet auf seiner den Hall-Elementen zugewandten Seite mit einem zentralen, vertieften Bereich (7) versehen ist.



DE 195 15 338 A 1

Die Erfindung betrifft einen Drehzahlsensor, mit einem Magnet und zwei mit diesem zusammenwirkenden, in seitlichem Abstand voneinander angeordneten Hall-Elementen, wobei in ihnen unregelmäßigen Umfang oder mit Unstetigkeitsstellen versehenen Umfang aufweisendes Bauteil aus ferromagnetischem Material in Richtung des Seitenabstandes an den Hall-Elementen vorbeibewegbar ist.

Mit Hilfe eines solchen Drehzahlsensors kann man die Drehzahl eines Bauteiles oder auch nur seine spezielle Stellung bei Stillstand ermitteln und in ein entsprechendes Signal umsetzen, das in einer entsprechenden elektronischen Einrichtung weiterverarbeitet werden kann. Man verwendet solche Drehzahlsensoren überall dort, wo es Drehzahlen oder auch nur Drehwinkel zu erfassen gilt. Ein besonderes Anwendungsgebiet sind Kraftfahrzeuge und dort im speziellen das automatische Bremssystem (ABS) oder die Antischlupfriegelung (ASR) für die angetriebenen Räder oder auch das Motor- und Getriebemanagement.

Solche Drehzahlsensoren sind hochgenaue Einheiten, deren Elemente nicht nur sehr genau hergestellt, sondern auch einander zugeordnet werden müssen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des Magneten und der beiden Hall-Elemente. So sind Magnete herstellungsbedingt nicht symmetrisch in ihrem Feldverlauf bezüglich der geometrischen Achse. Ferner unterliegt die Position des Magneten bezüglich der Hall-Elemente konstruktionsbedingten Variationen. Damit sehen die aktiven Flächen nicht grundsätzlich gleiche Feldstärken. Dadurch werden die Hall-Elemente unsymmetrisch vorgepannt, was den Funktionsabstand reduziert.

Um diese Nachteile auszuschließen, ist aus der DE 41 41 958 A1 ein Drehzahlsensor, insbesondere Zahnradensor, bekannt geworden, bei dem, um eine optimale Position des Magneten gegenüber einem Hall-IC bzw. seinen Hall-Elementen zu gewährleisten, der Magnet und der Hall-IC relativ zueinander verschiebbar sind, und zwar in Richtung des Seitenabstandes der beiden Hall-Elemente. Nachteilig ist bei einem derartigen Drehzahlsensor, daß besondere konstruktive Maßnahmen zum Justieren von Magnet bzw. Hall-IC erforderlich sind und im übrigen die Justage vorzunehmen ist.

Aus der Praxis ist es darüberhinaus bekannt geworden, die Justage mittels eines verdrehbaren Magneten zu bewerkstelligen, der elliptisch ausgestaltet ist. Der Nachteil hierin liegt in der besonderen, aufwendigen Gestaltung des Magneten und des Erfordernisses, diesen gleichfalls justieren zu müssen.

Um eine möglichst konstante Feldstärke im Bereich der Hall-Elemente zu erreichen, ist auch schon vorgeschlagen worden, die Magnete auf optimalen Feldverlauf zu dimensionieren, dahingehend, daß die Feldstärke in einem relativ großen Abstand zur geometrischen Achse des Magneten konstant ist. Dies ist dann der Fall, wenn das Verhältnis von Dicke des Magneten zu dessen Durchmesser einen mittleren Wert aufweist. Bei einem großen Wert ist der Verlauf der Feldstärke, symmetrisch zur geometrischen Achse des Magneten, parabolförmig; bei kleinem Dicken/Durchmesserverhältnis des Magneten stellt sich, wie bei mittlerem Verhältnis, ein Plateaufeld ein, allerdings mit einer reduzierten Feldstärke im Bereich der geometrischen Achse des Magneten. Nachteilig ist hierbei, daß die Wahl des Durchmessers bzw. der Stärke des Magneten nicht frei erfolgen kann, sondern durch die optimale Feldstärke vorgege-

ben ist. Es ist auch schon bekannt geworden, zwischen dem Magnet und den Hall-Elementen eine ferromagnetische Platte vorzusehen. Auch hierdurch läßt sich der Plateaufeld erreichen, allerdings bedarf dies der Einfügung und Anordnung eines besonderen Bauteiles, nämlich der ferromagnetischen Platte.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Sensor der genannten Art weiterzubilden, derart, daß sich ohne besondere Justage und sonstige bauliche Maßnahmen eine gleichgroße Feldstärke an der Hall-Elementen einstellt.

Gelöst wird die Aufgabe bei einem Drehzahlsensor der eingangs genannten Art dadurch, daß der Magnet auf seiner, den Hall-Elementen zugewandten Seite mit einem zentralen, vertieften Bereich versehen ist.

Erfindungsgemäß weist der Magnet in seinem zentralen Bereich einen größeren Abstand von den Hall-Elementen auf, als in seinen den Hall-Elementen zugewandten Randbereichen. Es stellt sich am Ort der aktiven Hall-Elemente eine im wesentlichen gleichgroße Feldstärke ein.

Der erfindungsgemäße Effekt kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß der Magnet auf seiner den Hall-Elementen zugewandten Seite nach innen gewölbt ausgebildet ist. Es ist auch denkbar, daß der Magnet auf dieser Seite einen äußeren dicken Ringbereich aufweist, der den zentralen, vertieften und damit relativ dünneren Bereich umgibt. Um eine verwechselungsfreie Montage des Magneten zu gewährleisten, sollte dieser im Bereich seiner gegenüberliegenden Stirnseite identisch ausgebildet sein, so daß er jeweils auch um 180° verdreht positioniert werden kann.

Eine vorteilhafte Gestaltung sieht vor, daß der Magnet die Form einer Kreisscheibe aufweist und eine oder beide der gegenüberliegenden Stirnflächen des Magneten mit einer kreisförmigen Vertiefung versehen sind. Der Magnet kann beispielsweise auch als Scheibe mit rechteckigen Stirnflächen ausgebildet sein, wobei eine oder beide der Stirnflächen mit einer rechteckigen Vertiefung versehen sind. Bevorzugt sind Quadrate vorgesehen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung. Hierbei stellt dar:

Fig. 1 eine Anordnung eines Hall-IC und eines Magneten,

Fig. 2a den in Figur 1 gezeigte Magnet in einer Draufsicht, bei verkleinertem Maßstab,

Fig. 2b eine Seitenansicht des in Fig. 2a gezeigten Magneten,

Fig. 2c eine Diagrammdarstellung des Feldverlaufes über der Magnetmitte,

Fig. 3a einen gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 2a abgewandelten Magnet, in einer Draufsicht, und

Fig. 3b den in Fig. 3a dargestellten Magnet, in einer Seitenansicht.

Wegen des grundsätzlichen Aufbaus des Drehzahlsensors unter Verwendung eines Magneten und Hall-Elementen, die Bestandteil eines Hall-IC sind, wird auf die DE 41 41 958 A1 Bezug genommen.

Fig. 1 zeigt in stark vereinfachter Darstellung den Bereich des Drehzahlsensors, der den Hall-IC 1 und den Magnet 2 aufweist. Der Hall-IC 1 ist mit zwei Hall-Elementen 3 und 4 ausgestattet, die in Umfangsrichtung eines Zahnrades gesehen seitlich gegeneinander versetzt sind, so daß bei Drehung des Zahnrades jeder Zahn zunächst das eine Hall-Element und anschließend das andere Hall-Element erreicht. Wie dieser Figur und den Fig. 2a und 2b zu entnehmen ist, ist der Magnet 2 als

Kreisscheibe ausgebildet, wobei dessen gegenüberliegende Stirnseiten 5 und 6 sphärisch nach innen gewölbt sind, mit stirnflächen, die durch Rotation der gekrümmten Konturlinien 7 und 8 um die Achse 9 erzeugt werden. Aufgrund dieser Gestaltung ergibt sich für den Magnet 2 über dessen Durchmesser folgender Verlauf der Feldstärke B: Vom umlaufenden Rand 10 des Magneten 2 steigt der Wert der Feldstärke B mit einem großen Gradienten an und es weist die sich über den Durchmesser des Magneten 2 erstreckende Kurve einen ausgeprägten horizontalen Plateauabschnitt z auf, dessen Länge bzw., rotationssymmetrisch betrachtet, dessen Durchmesser größer ist als der Abstand der im Idealfall symmetrisch zur Achse 9 positionierten beiden Hall-Elemente 3 und 4 des Hall-IC 1. Wegen dieser Plateauausbildung des Kurvenverlaufes der Feldstärke B in Abhängigkeit vom Durchmessers des Magneten 2 ist selbst dann, wenn die Hall-Elemente 3 und 4 unsymmetrisch zur Achse 9 angeordnet sein sollten, sichergestellt, daß die Hall-Elemente 3,4 sich in dem Bereich des Magneten 2 befinden, wo dessen Feldstärke auf dem Plateau verläuft, so daß beide Hall-Elemente 3 und 4 ein identisches Gesamtmagnetfeld feststellen.

Um den Plateau-effekt zu erreichen, braucht die maximale Vertiefung nur gering sein, beispielsweise bei einer Magnetdicke von 4 bis 5mm nur etwa 1/10 bis 2/10mm.

Die Fig. 1 und 2b veranschaulichen, daß der Magnet 2 im Bereich beider stirnflächen mit der Wölbung versehen ist. Um den erfindungsgemäßen Effekt zu bewirken, reicht es aus, wenn die dem Hall-IC 1 zugewandte Fläche des Magneten 2 mit dem gewölbten Bereich versehen ist. Um eine eindeutige Einbausituation zu schaffen, sind aber zweckmäßig beide stirnflächen des Magneten mit der Wölbung versehen, so daß sie beliebig eingebaut werden können.

Den vorstehend beschriebene Plateau-effekt erreicht man auch, wenn der Magnet 2 nicht mit einer nach innen gewölbten Stirnfläche versehen ist, sondern wenn statt dessen in dieser eine Vertiefung 11 vorgesehen ist, wie sie in den Fig. 3a und 3b gezeigt ist. Der Magnet 2 weist damit die Form einer Kreisscheibe auf, dessen Stirnseite 5 mit einer kreisförmigen Vertiefung 11 versehen ist. Aus Symmetriegründen ist zweckmäßig auch die andere Stirnseite 6 des Magneten 2 mit einer entsprechenden Vertiefung versehen, die mit der Bezugsziffer 12 bezeichnet ist.

#### Patentansprüche

1. Drehzahlensensor, mit einem Magnet (2) und zwei damit zusammenwirkenden, in seitlichem Abstand voneinander angeordneten Hall-Elementen (3, 4), wobei ein einen unregelmäßigen Umfang oder mit Unstetigkeitsstellen versehenen Umfang aufweisendes Bauteil aus ferromagnetischem Material in Richtung des Seitenabstandes an den Hall-Elementen (3, 4) vorbeibewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) auf seiner den Hall-Elementen (3, 4) zugewandten Seite (5) mit einem zentralen, vertieften Bereich (7, 11) versehen ist.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) auf seiner den Hall-Elementen (3, 4) zugewandten Seite (5) mit einer nach innen gerichteten Wölbung (7) ausgebildet ist.
3. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) auf seiner den Hall-Elementen (3, 4) zugewandten Seite (5) ein n außen, dik-

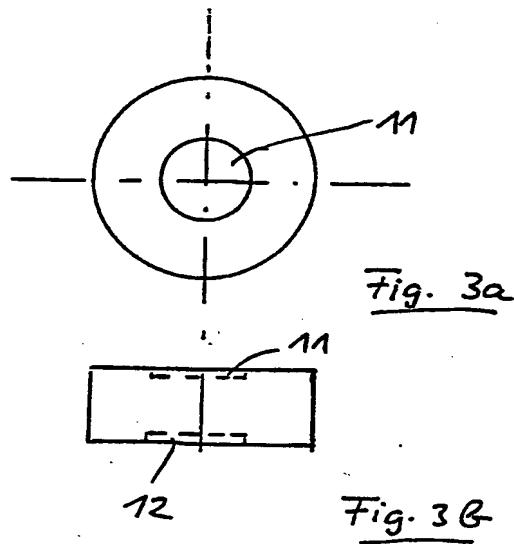
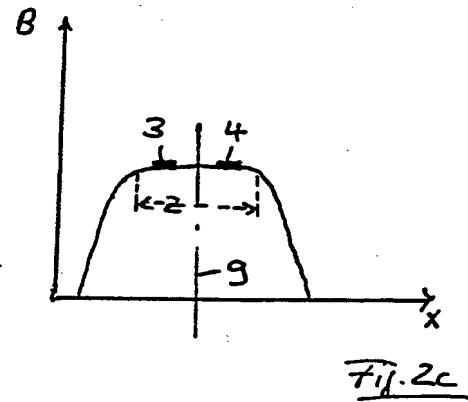
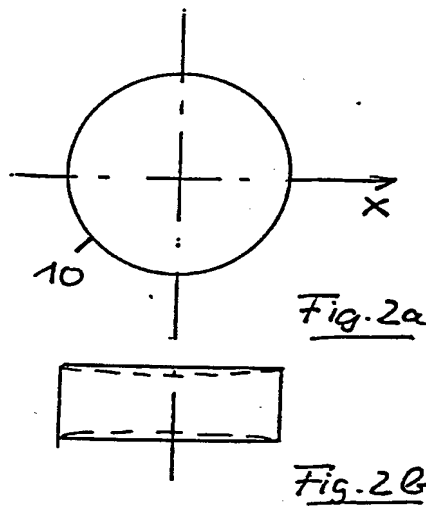
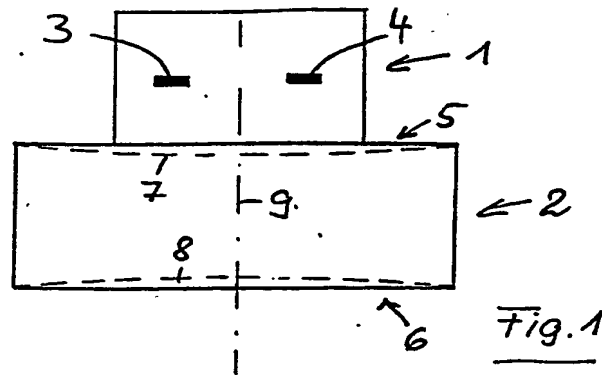
ken Ringbereich aufweist, der den zentralen, vertieften Bereich (11) umgibt.

4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) auf seiner den Hall-Elementen (3, 4) abgewandten Seite mit einem identischen zentralen, vertieften Bereich (8, 12) versehen ist.

5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) die Form einer Kreisscheibe aufweist und eine oder beide gegenüberliegenden Stirnflächen (5, 6) des Magneten mit einer kreisförmigen Vertiefung (11, 12) versehen sind.

6. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (2) als scheibe mit rechteckigen gegenüberliegenden stirnflächen (5, 6) ausgebildet ist und eine oder beide der Stirnflächen (5, 6) mit einer rechteckigen Vertiefung versehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Pat ntschrift  
10 DE 197 54 819 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 B 7/14  
G 01 P 3/487  
// G 01 B 101:10

21 Aktenzeichen: 197 54 819.9-52  
22 Anmeldetag: 10. 12. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 7. 99

DE 197 54 819 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Krauss-Maffei Verkehrstechnik GmbH, 80997  
München, DE

72 Erfinder:  
Gebhardt, Rudolf, 84051 Essenbach, DE; Blasig,  
Herbert, 80999 München, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 30 41 041 C2

54 Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung und dient bevorzugt der Überwachung der Distanz zwischen einem ferromagnetischen gezahnten Polrad und einem magnetisch sensitiven, in unmittelbarer Nähe des Polrades positionierten Sensor, mit dem die Bewegung des Zahnrades detektiert wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß ein magneto-elektrischer Wandler an der Seitenfläche, bevorzugt in der neutralen Zone, eines Permanentmagneten positioniert wird, auf dessen dem Polrad zugewandten Polfläche der Sensor zur Erfassung der Bewegung des Polrades angeordnet ist. Bei Positionierung des Wandlers in der neutralen Zone heben sich die radialen Anteile des Magnetfeldes des Permanentmagneten auf und der Wandler wird im Nullpunkt betrieben. Bei einer Änderung des Abstandes des Bewegungssensors von dem Polrad wird die neutrale Zone des Permanentmagneten leicht verschoben. Dadurch wird der Wandler von einem Gesamtmagnetfeld ungleich Null durchsetzt und zeigt einen Ausschlag. Allein aus dem Vorzeichen ergibt sich, ob eine Annäherung oder eine Entfernung vom Polrad erfolgt ist.

DE 197 54 819 C 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung zur Überwachung des Abstandes zwischen einem Objekt und einem Organ, das mit Zähnen aus Permanentmagneten besetzt ist (aktives Organ) oder das aus ferromagnetischem Material besteht (passives Organ). Bevorzugtes Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung ist die Überwachung der Distanz zwischen einem ferromagnetischen gezahnten Polrad und einem magnetisch sensiblen, in unmittelbarer Nähe des Polrades positionierten Sensor zur Ermittlung von Drehzahl, Geschwindigkeit, Weg, Beschleunigung und Drehrichtung des Polrades.

## Stand der Technik

Für die berührungslose Erfassung der Drehbewegung eines ferromagnetischen oder permanentmagnetischen Zahnrades werden Sensoren mit magneto-elektrischen Wandlern verwendet, die die Bewegung des Zahnrad in Form von Feldstärkeänderungen erfassen und in elektrische Signale umwandeln (DE 30 41 041 C2). In der Praxis werden diese magneto-elektrischen Wandler sehr dicht an dem Zahnrad positioniert, um eine hohe Störfestigkeit, beispielsweise gegen äußere magnetische Störfelder, zu gewährleisten. Typische Abstände liegen im Bereich von 0,1 bis 1,5 mm. Bei diesen geringen Abständen besteht leicht die Gefahr, daß der Sensor unbemerkt beschädigt wird, beispielsweise aufgrund von Verschleißerscheinungen in den Achslagern, die das Polrad tragen. Insbesondere im dynamischen Betriebszustand von z. B. Schienenfahrzeugen ist es wichtig, den sich ändernden Abstand zu kennen, um eine unbemerkte Beschädigung des Sensors und damit dessen Ausfall zu verhindern (Sicherheitsaspekt). Die Abstandsbestimmung wird zur Zeit am ruhenden Zahnrad mit einer Fühlerlehre (Spion) abhängig vom individuellen Gefühl des Prüfers (satter, aber nicht klemmender Sitz der Fühlerlehre) entsprechend ungenau durchgeführt. Außerdem ist es hierzu erforderlich, ein oder mehrere Teile zu demontieren, bis das Zahnrad zugänglich ist.

## Darstellung der Erfindung

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit der der Abstand zwischen einem Sensor und einem Polrad sowohl im Ruhezustand als auch im dynamischen Betriebszustand in einfacher Weise gemessen und überwacht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind mit den Merkmalen der Unteransprüche 2 bis 11 gekennzeichnet. Die Ausbildung der Vorrichtung gemäß Patentanspruch 3 hat den Vorteil, daß von dem magneto-elektrischen Wandler im Betriebszustand, d. h. bei Anordnung des Objekts im Sollabstand, kein Meßsignal erzeugt wird, da sich die für die Signalerzeugung verantwortlichen radialen Anteile des magnetischen Feldes über die Gesamtheit der magnetfeldempfindlichen Fläche gegenseitig aufheben. Diese Ausgestaltung hat den zusätzlichen Vorteil, daß die magneto-elektrischen Wandler durch den Betrieb im Nullabgleich auch thermisch das stabilste Verhalten zeigen. Die Ausgestaltung nach einem der Unteransprüche 9 bis 11 hat den besonderen Vorteil, daß man mit nur einem Permanentmagneten auskommt, um einerseits die Bewegung des Polrades mit magneto-elektrischen Wandlern zu erfassen und damit anderer-

seit durch den in der neutralen Zone angebrachten weiteren magneto-elektrischen Wandler der Abstand zwischen dem Sensor und dem Polrad überwacht werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein ferromagnetisches gezahntes Organ 1, beispielsweise ein Zahnrad oder eine Zahnstange, welches in Richtung des Pfeils 2 beweglich ist. In einem Abstand  $d_p$  von den Zähnen 3 ist ein Permanentmagnet 4 angeordnet, dessen eine Polfläche, z. B. die N-Polfläche, den Zähnen zugewandt ist und einen Sensor 5 zur Erfassung der Bewegung des Organs 1 trägt. Der Sollabstand des Sensors 5 von den Zähnen 3 ist mit  $d_0$  bezeichnet. Im Betriebszustand, d. h. während der Bewegung des Organs 1, ist darauf zu achten, daß der Abstand  $d$  des Sensors 5 von den Zähnen 3 einen vorgebbaren Minimalwert  $d_{\min}$  nicht unter- und einen vorgebbaren Maximalwert  $d_{\max}$  nicht überschreitet. Bei Unterschreiten des Minimalwertes besteht die Gefahr, daß der Sensor 5 mit den Zähnen 3 in Berührung kommt und beschädigt wird, so daß in der Regel der gesamte Meßkopf ausgetauscht werden muß. Bei Überschreiten des Maximalwertes läßt die Genauigkeit der Meßwerterfassung mit dem Sensor 5 in nicht mehr vertretbarem Umfang nach. Der Sensor 5 besteht z. B. aus zwei magneto-elektrischen Wandlerpaaren 6 und 7, die elektrisch als Doppelbrückenschaltung ausgebildet sind. Ein derartiger Sensor ist an sich bekannt und in der DE 30 41 041 C2 beschrieben. Die neutrale Zone 8, die bei einem freien Permanentmagneten in der Regel in dessen Mitte liegt, ist vorliegend durch den starken Einfluß des in unmittelbarer Nähe befindlichen ferromagnetischen Organs 1 etwas nach oben verschoben (in Fig. 1 übertrieben dargestellt). In dieser neutralen Zone 8 ist ein weiterer elektromagnetischer Wandler 9, beispielsweise ein Hall-Generator, so angebracht, daß seine magnetfeldempfindliche Fläche parallel zur Tangentialkomponente des magnetischen Feldes des Permanentmagneten ausgerichtet ist. Aufgrund der Positionierung in der neutralen Zone heben sich die radialen Anteile des magnetischen Feldes, die bei dem Wandler 9 allein für die Signalerzeugung verantwortlich sind, über die Gesamtheit der magnetfeldempfindlichen Fläche gegenseitig auf, so daß das Ausgangssignal also Null ist. Durch den Betrieb des Wandlers um den Nullpunkt weist dieser auch thermisch das stabilste Verhalten auf. In der Regel erfolgt die Positionierung des Wandlers 9 auf dem Permanentmagneten in der Weise, daß der Permanentmagnet in einem Abstand  $d$  von einem rotierenden Polrad (Testpolrad) gehalten wird, der einem Sollabstand  $d_0$  des Sensors 5 von den Zähnen 3 entspricht und daß der Wandler 9 unter Beobachtung seines Ausgangssignals in der Position an dem Permanentmagneten befestigt wird, in der das Ausgangssignal Null ist, der Wandler 9 sich also in der neutralen Zone 8 befindet.

Wird die gesamte Anordnung aus Permanentmagnet 4, Sensor 5 und Wandler 9 dem Organ 1 angenähert (Abstand kleiner als Sollabstand  $d_0$ ), so bewirkt dies eine Verschiebung der neutralen Zone 8 und somit ein vorzeichenbehaftetes, betragsmäßig ansteigendes Ausgangssignal an dem Wandler 9. Wird die Anordnung von dem Organ 1 entfernt (Abstand größer als Sollabstand  $d_0$ ), wird das Vorzeichen des Ausgangssignals umgekehrt. Daher kann allein aus dem Vorzeichen des Ausgangssignals entnommen werden, ob sich der Abstand zwischen dem Sensor 5 und dem Organ 1 verringert oder vergrößert. Die Kurve 1 in Fig. 2 zeigt schematisch den Verlauf des Ausgangssignals des Wandlers 9, z. B. die Ausgangsspannung  $U_H$  eines Hall-Generators, in Abhängigkeit vom Abstand  $d$  des Sensors 5 von den Zähnen 3. Beim Sollabstand  $d_0$  befindet sich der Wandler 9 in der



neutralen Zone 8 und  $U_H$  ist gleich Null. Bei einer Verringerung des Abstandes nimmt der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 zu, was zu einer Verschiebung der neutralen Zone 8 in Richtung des Nordpols führt. Da sich der Wandler 9 dann außerhalb der neutralen Zone befindet, wird ein Ausgangssignal  $U_H < 0$  erzeugt. Bei weiterer Annäherung nimmt der Wert von  $U_H$  betragsmäßig zu bis zu einem Endwert  $U_H(d = 0)$ . Bei einer Vergrößerung des Abstandes nimmt der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 ab, was zu einer Verschiebung der neutralen Zone 8 in Richtung des Südpols führt. Der Wandler 9 befindet sich wieder außerhalb der neutralen Zone und ein Ausgangssignal  $U_H > 0$  liegt vor. Mit zunehmender Entfernung schwindet der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 und ein Maximalwert  $U_H(d = \infty)$  wird erreicht. In diesem Fall befindet sich die neutrale Zone 8 in einer Position, wie sie bei einem freien Permanentmagneten vorliegt, also in der Regel in der Mitte, und der Wandler 9 befindet sich in seiner maximalen Entfernung von dieser neutralen Zone. Im Betriebszustand, also während der Bewegung des Organs 1 ist darauf zu achten, daß die Abweichungen des Abstandes  $d$  vom Sollwert  $d_0$  die vorgegebenen Grenzwerte  $d_{\min}$  und  $d_{\max}$  nicht übersteigen. Dies geschieht in einfacher Weise durch die Überwachung des Ausgangssignals  $U_H$  des Wandlers 9.

Die Vorzüge der Erfindung zeigen sich auch beim Einbau einer Meßvorrichtung gemäß Fig. 1 in ein Fahrzeug, z. B. ein Schienenfahrzeug. Es ist nun nicht mehr erforderlich, ein oder mehrere Teile zu demontieren, um das Polrad für eine Fühlerlehre zugänglich zu machen. Die Meßvorrichtung muß lediglich in eine dafür vorgesehene Halterung geschoben werden, wobei das Ausgangssignal  $U_H$  des Wandlers 9 zu beobachten ist. Bei  $U_H = 0$  befindet sich die Meßvorrichtung im Sollabstand  $d_0$  von dem Polrad und kann arretiert werden. Ob sich beim Einbau gegenüber der Meßvorrichtung ein Zahn 3 oder eine Zahnücke befindet, ist von untergeordneter Bedeutung, solange die Polfläche im Verhältnis zu den Abmessungen von Zahn und Zahnücke groß genug ist, so daß die Position der neutralen Zone möglichst unbeeinflusst bleibt. In der Praxis (Polrad nach DIN 867) sollte das Verhältnis von der Seitenlänge  $l_p$  des Permanentmagneten 4 zum periodischen Zahnabstand  $l_z$  nicht kleiner als 1,5 sein. Im Ergebnis wird damit eine sowohl statisch als auch dynamisch integrierende Abstandsmessung erzielt.

In Abwandlung zu dem bisher vorgestellten Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, den Wandler 9 in der neutralen Zone zu positionieren, wie sie in dem Permanentmagneten im ungestörten Zustand vorliegt. Dann ergibt sich der Verlauf des Ausgangssignals  $U_H$  gemäß der Kurve 2 von Fig. 2. In diesem Fall beträgt  $U_H(d = \infty) = 0$  und bei Annäherung der gesamten Anordnung aus Permanentmagnet 4, Sensor 5 und Wandler 9 an das Organ 1 wird die neutrale Zone 8 nach oben verschoben und das Ausgangssignal  $U_H$  nimmt betragsmäßig bis zu einem Endwert  $U_H(d = 0)$  stetig zu. Dem Sollabstand  $d_0$  entspricht dann ein bestimmter Wert  $U_H(d = d_0)$ . Entsprechendes gilt für die Grenzwerte  $d_{\min}$  und  $d_{\max}$ . Im Ergebnis ist der Verlauf des Ausgangssignals  $U_H$  identisch wie im ersten Ausführungsbeispiel. Die Kurve 2 ist lediglich nach unten verschoben und nähert sich für  $d \rightarrow \infty$  dem Grenzwert  $U_H(d = \infty) = 0$ . Da der Wandler 9 im Sollabstand  $d_0$  nicht im Nullpunkt ( $U_H = 0$ ) betrieben wird, ist die thermische Stabilität geringer als im ersten Ausführungsbeispiel.

#### Bezugszeichenliste

- 1 gezahntes Organ, z. B. Zahnrad oder Zahnstange
- 2 Bewegungsrichtung
- 3 Zähne

4 Permanentmagnet

5 Sensor zur Erfassung der Bewegung des Organs 1

6, 7 magneto-elektrische Wandlerpaare

8 neutrale Zone

9 magneto-elektrischer Wandler zur Überwachung des Abstandes des Sensors 5 zum Organ 1

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung zur Überwachung des Abstandes zwischen einem Objekt und einem Organ, das mit Zähnen aus Permanentmagneten besetzt ist (aktives Organ) oder das aus ferromagnetischem Material besteht (passives Organ), bestehend aus einem Permanentmagneten, wenigstens einem magneto-elektrischen Wandler und einer Auswerteeinrichtung, wobei eine Polfläche des Permanentmagneten dem Organ zugewandt ist, wobei das Objekt mit dem Permanentmagneten ortsfest verbunden ist, und wobei der oder die magneto-elektrischen Wandler an einer Seitenfläche des Permanentmagneten positioniert sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die magneto-elektrischen Wandler in der neutralen Zone positioniert ist oder sind, wie sie in dem Permanentmagneten im ungestörten Zustand vorliegt, und daß die magnetfeldempfindliche Fläche des oder der Wandler parallel zur Tangentialkomponente des magnetischen Feldes des Permanentmagneten ausgerichtet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die magneto-elektrischen Wandler in der neutralen Zone positioniert ist oder sind, wie sie in dem Permanentmagneten für einen vorgebbaren Abstand  $d_0$  (Sollabstand) des Objekts von dem Organ vorliegt, und daß die magnetfeldempfindliche Fläche des oder der Wandler parallel zur Tangentialkomponente des magnetischen Feldes des Permanentmagneten ausgerichtet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Organ um eine Zahnstange oder ein Zahnrad (Polrad) handelt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als magneto-elektrischen Wandler Feldplatten und/oder Hallgeneratoren vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung eine elektrische Brückenschaltung aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die magneto-elektrischen Wandler an dem Permanentmagneten befestigt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Objekt um einen Sensor zur Erfassung der Bewegung des Organs handelt, der auf der dem Organ zugewandten Polfläche des Permanentmagneten angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Sensor um einen oder mehrere magneto-elektrischen Wandler handelt, mit denen die Bewegung des Organs in Form von Feldstärkeänderungen erfaßbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den magneto-elektrischen Wandlern zur Bewegungserfassung um Feldplatten und/oder Hall-Generatoren handelt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch ge-

kennzeichnet, daß mehrere magneto-elektrischen Wandler zur Bewegungserfassung mit einer elektrischen Brückenschaltung vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

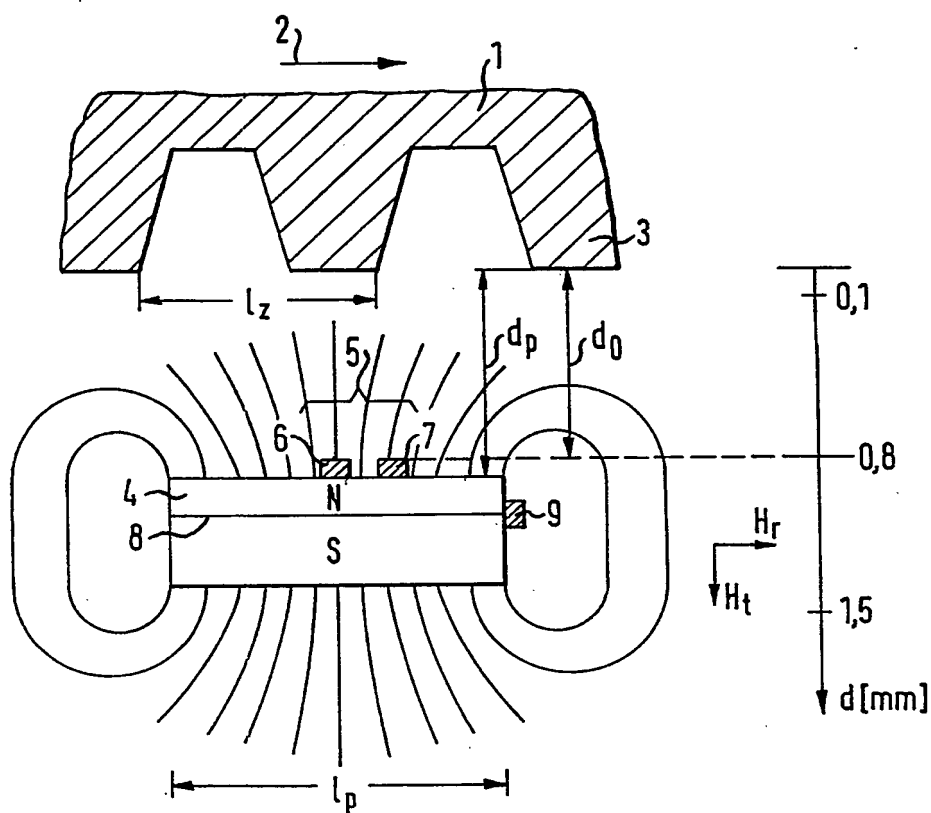
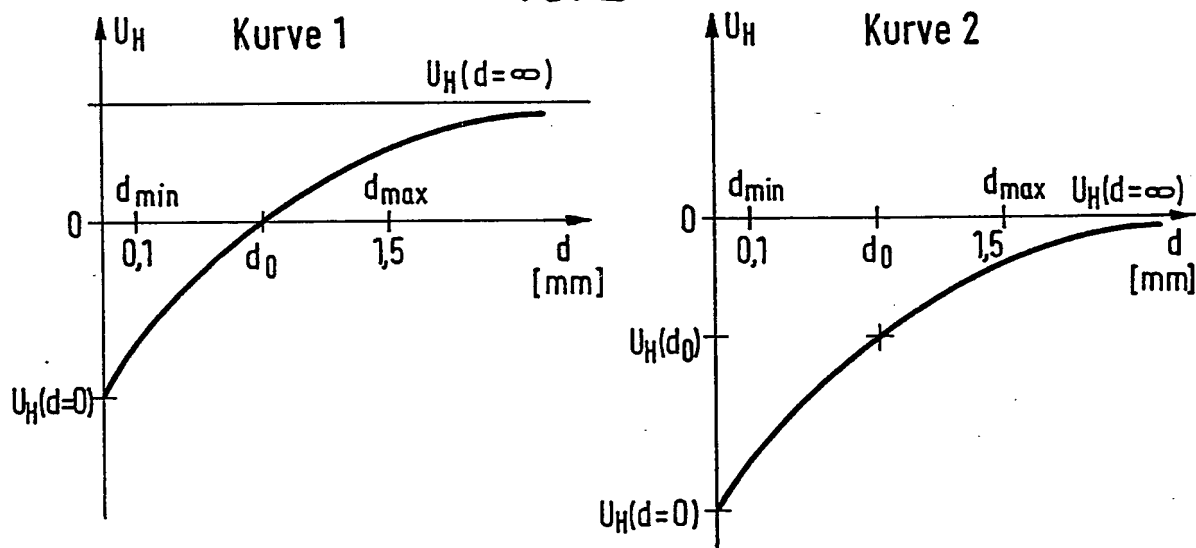


FIG. 2



- Leerseite -